Dialoghi tra diverse discipline (e lingue): una terminologia condivisa per le ricostruzioni digitali 3D ipotetiche e per la classificazione del loro livello di incertezza

Irene Cazzaro

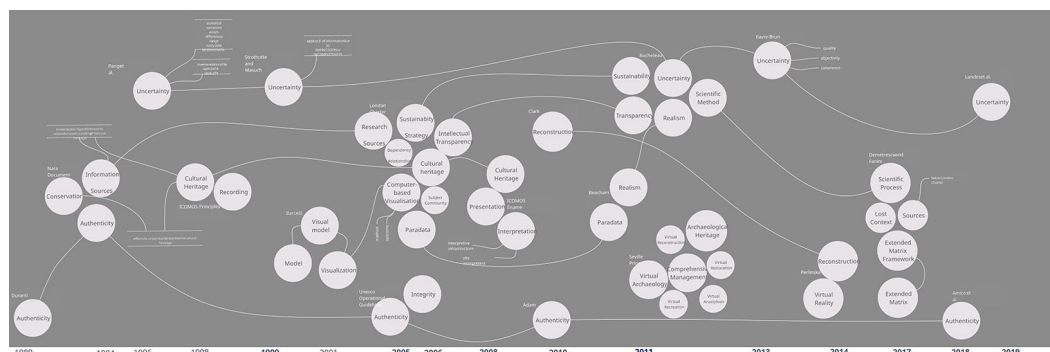
Abstract

Una terminologia (e di conseguenza una metodologia) condivisa dovrebbe essere alla base di una ricostruzione digitale 3D ipotetica condotta in maniera critica e scientifica. Proponiamo uno studio dei termini più frequenti e dell'evoluzione di alcune loro definizioni nell'arco degli ultimi 25 anni. Lo scopo è quello di arrivare ad un utilizzo più consapevole – e in una certa misura standardizzato – di questi termini, per favorire la condivisione e il dialogo sulle ricostruzioni digitali per i beni culturali, specialmente riferiti ad artefatti distrutti o mai costruiti, la cui esplorazione può portare a nuove scoperte. In questo caso è inoltre fondamentale dichiarare il livello di incertezza di un modello basato su diverse fonti, specialmente nell'ottica di una sua pubblicazione online, in ambienti di ricerca virtuali, dove le singole scelte che hanno guidato il processo di ricostruzione dovrebbero sempre essere documentate e rintracciabili.

Parole chiave
terminologia, ricostruzioni digitali ipotetiche, incertezza, autenticità, patrimonio culturale

Topics
Classificare

Evoluzione di alcuni termini rilevanti (e delle loro relative definizioni) nel campo delle ricostruzioni digitali 3D ipotetiche. Grafico dell'autrice.

doi.org/10.3280/oa-832-c28

Introduzione

Nel campo delle ricostruzioni digitali 3D per i beni culturali, aventi scopo euristico più che di intrattenimento, è frequente – e molto spesso fondamentale – lavorare in sinergia con esperti di diversi settori (informatici, archeologi, storici...), ma anche di diversa nazionalità e lingua. Questo inevitabilmente porta al confronto tra diversi metodi e flussi di lavoro, ognuno dei quali ha alla base una propria terminologia. Confrontare quindi i differenti termini utilizzati, seguirne la loro evoluzione e, in una certa misura, cercare di uniformarli è un prerequisito per rendere la ricostruzione il più possibile oggettiva e riproducibile, qualità che sono di primaria importanza specialmente quando il fine è la pubblicazione dei risultati in ambienti di ricerca virtuali, in modo che siano accessibili e comprensibili ad un vasto pubblico di interessati. Quello della terminologia è solo uno dei problemi aperti nel campo delle ricostruzioni digitali 3D, che si confronta anche, come sappiamo, con questioni legate ad esempio ai diversi *software* e formati di file, oppure ancora alla conservazione dei dati e alle piattaforme utilizzate per condividerli. Questi problemi, però, difficilmente possono essere affrontati se non partendo da una terminologia e una metodologia condivise, che dovrebbero essere alla base di ogni ricostruzione digitale 3D utilizzata allo scopo di diffondere (e arricchire, potenzialmente, con nuove scoperte) il patrimonio culturale, specialmente quando si parla di ricostruzioni ipotetiche di artefatti distrutti o mai costruiti. In questo caso il dialogo tra esperti è un elemento centrale ed è dunque chiaro perché, prima di tutto, ci si debba accordare sui termini usati. Lo studio presentato ha lo scopo di analizzare in questo senso alcuni dei più frequenti tra essi, soprattutto quelli legati alla certezza e affidabilità di una ricostruzione.

Frequenza e classificazione

È stata condotta un'analisi su 27 *paper* [1] relativi alle ricostruzioni digitali 3D ipotetiche, pubblicati in un periodo di 25 anni, dal 1994 al 2019. Per ognuno di essi, è stata creata una nuvola di parole (fig. 1) sulla base della frequenza di queste, dando quindi origine ad una serie di valori che sono poi stati riportati in un foglio di calcolo e da cui sono stati creati alcuni grafici. Rispetto alle nuvole iniziali, in questa fase non ci si è concentrati tanto sulle parole la cui alta ricorrenza poteva quasi essere prevista (banalmente *model, line, design, reconstruction*) e che non ci portano davvero a nuove scoperte, ma più nello specifico su quelle riguardanti una critica del modello e del processo di ricostruzione. Come risultato di questa selezione (fig. 2), è emerso l'elevato utilizzo della parola *uncertainty* (incertezza), seguita da *knowledge* (conoscenza), *science* (scienza), *interpretation* (interpretazione), *hypothesis* (ipo-

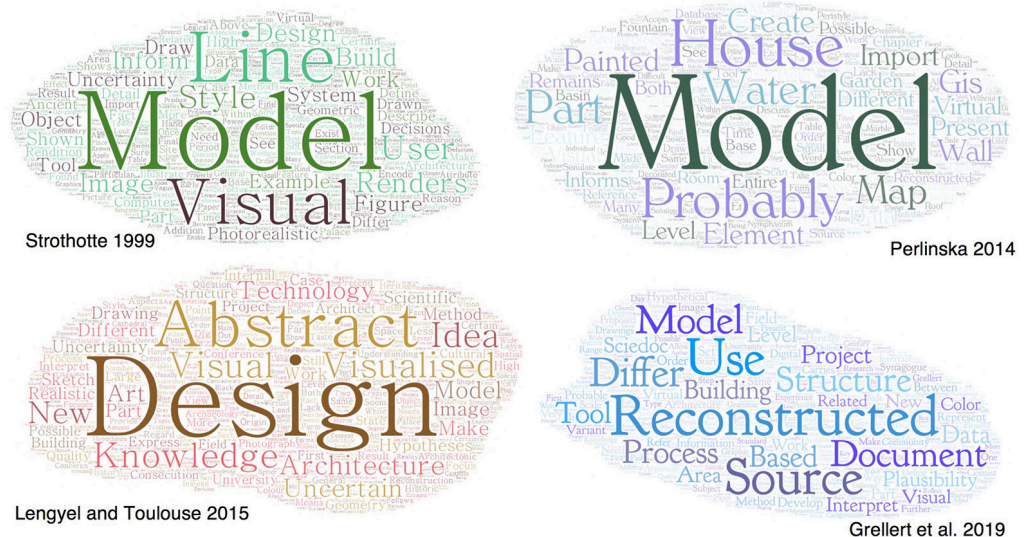



Fig. 01. Nuvole di parole relative a quattro dei 27 *paper* considerati. Grafico dell'autrice.

tesi). Altre parole come *plausibility* (plausibilità) e *reliability* (affidabilità) sono invece meno frequenti, come possiamo vedere in maggior dettaglio nel grafico creato in un momento successivo, quando sono stati isolati, a partire dai 27 iniziali, i 13 *paper* in cui ricorrevano maggiormente i termini relativi all'affidabilità o certezza nelle ricostruzioni ipotetiche (fig. 3). È chiaro che la frequenza dei termini utilizzati è un valore da tenere in considerazione per la redazione di una terminologia condivisa che favorisca il dialogo tra i soggetti coinvolti nella ricostruzione. Rimane però questo un valore astratto e che non ci dice nulla dell'utilizzo che si fa di un termine all'interno di un testo. Oltre a questo, i *paper* considerati sono scritti in lingue diverse: la maggior parte di quelli in fig. 3 è in inglese, ma ne compare anche uno in francese [Favre-Brun 2013] e uno in tedesco [Heeb e Christen 2019]. I termini analizzati nel caso di queste due lingue sono i seguenti: *incertitude, crédibilité, probabilité* per il primo *paper; Unsicherheit*, *Glaubwürdigkeit*, *Wahrscheinlichkeit* per il secondo. Essi traducono in una certa misura *uncertainty, credibility, probability,* per quanto una traduzione possa mantenere il significato originario di un discorso [Eco 2003].

Fig. 02. Frequenza nell'utilizzo di parole legate alla critica delle ricostruzioni ipotetiche in 27 *paper* rappresentativi pubblicati dal 1994 al 2019. Grafico dell'autrice

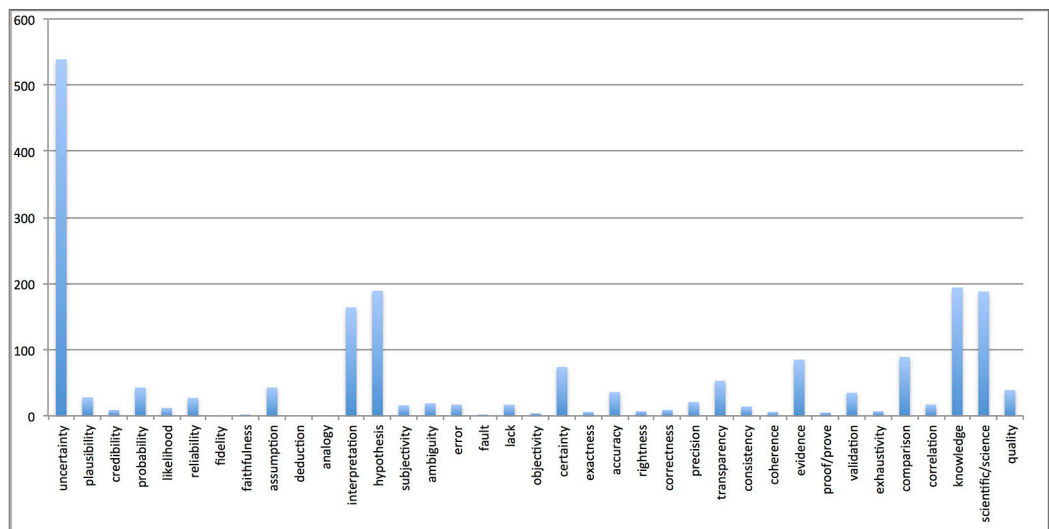



Fig. 03. Frequenza nell'utilizzo di parole legate alla certezza nelle ricostruzioni ipotetiche in 13 paper rappresentativi pubblicati dal 1994 al 2019. Grafico dell'autrice.

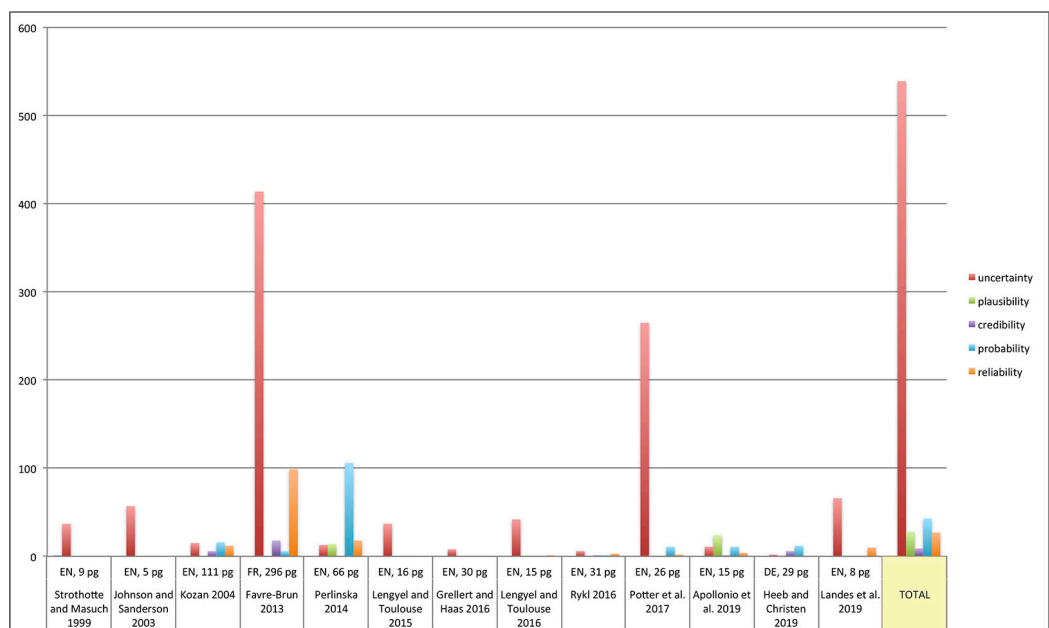
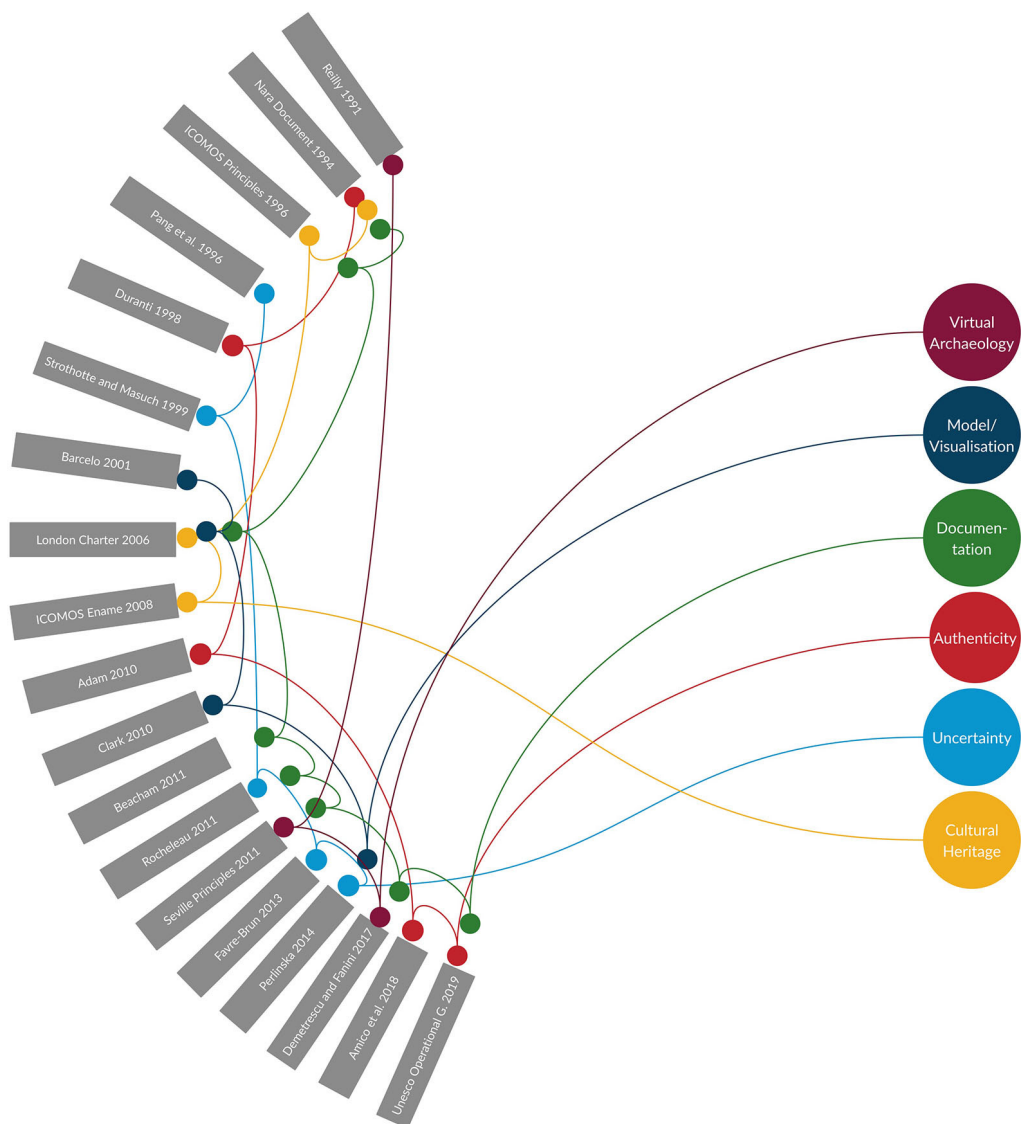



Fig. 04. Classificazione dei *paper* secondo sei macro-temi dominanti. Rispetto a quelli indicati in precedenza, è stato aggiunto il *paper* di Reilly [1991], importante per la definizione di *virtual archaeology*. Grafico dell'autrice.

Per questo motivo abbiamo bisogno di compiere un altro passo e di connettere tra loro i *paper* presi in esame a seconda di alcuni macro-temi dominanti. Ne sono stati individuati sei: *virtual archaeology, model/visualisation, documentation, authenticity, uncertainty, cultural heritage*. Si è quindi seguita, poi, l'evoluzione delle definizioni di ognuno di questi temi (e termini correlati) all'interno dei *paper* in cui ricorrevano maggiormente (fig. 4). Riportiamo di seguito tre di questi percorsi mantenendo nel titolo la loro occorrenza in lingua inglese e indicando di volta in volta nel testo, in corsivo, la lingua originale in cui essi comparivano. Le relative definizioni sono state tradotte in italiano dall'autore.

Percorsi: tre esempi

Uncertainty

Iniziamo il percorso corrispondente alle definizioni di incertezza o *uncertainty* (fig. 5) dall'articolo di Taylor e Kuyatt [1994], che ne danno una definizione correlata a quella di errore di misura in fisica, avente una componente casuale e una sistematica: la differenza tra errore e incertezza risiede nel fatto che, nel secondo caso, non è necessario conoscere il valore reale di una grandezza.

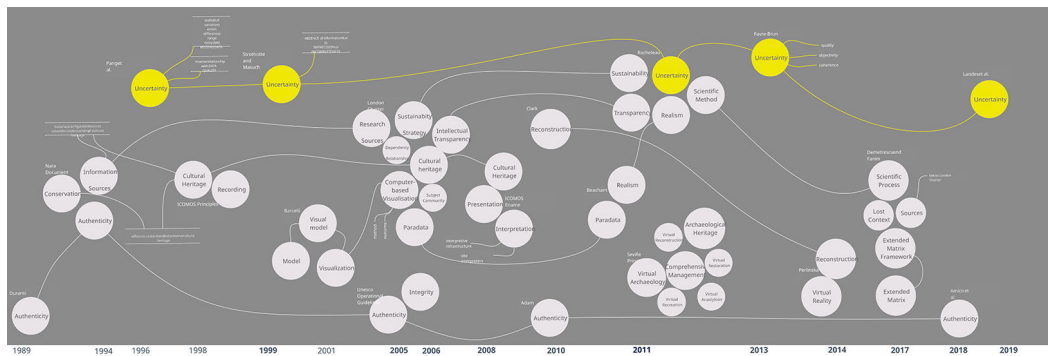
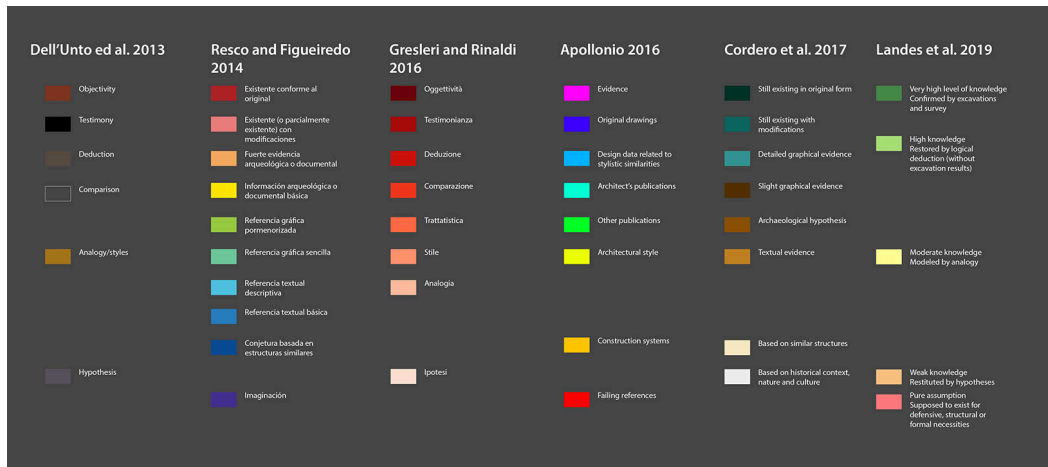



Fig. 05. Percorso della definizione di incertezza. Grafico dell'autrice.

Pang et al. [1996] riprendono questa definizione e ne propongono alcune visualizzazioni in ambito scientifico. Due anni più tardi, Gershon [1998] inserisce l'incertezza nel concetto più ampio di imperfezione (*imperfection*), della quale fa parte anche l'incompletezza (*incompleteness*): rispetto a quest'ultima, che si riferisce ad una mancanza di informazioni, nel caso dell'incertezza le informazioni sono conosciute, ma l'utente non ne è sicuro. Passando a studi relativi direttamente alle ricostruzioni digitali 3D, Strothotte et al. [1999] riprendono i termini di Gershon, ma ne cambiano la gerarchia: questa volta imprecisione e incompletezza fanno entrambe parte della categoria più generale di *uncertainty,* definita come assenza – almeno parziale – di informazioni. Kensek et al. [2004] fanno riferimento a "ambiguità, evidenza e alternative" (*ambiguity, evidence and alternatives*) per l'analisi di siti antichi, storici e non più esistenti, evidenziando così la mancanza di uniformità terminologica. Loro stessi parlano dapprima del "grado di certezza" (*degree of certainty*) di una ricostruzione, mentre in seguito citano strumenti per indicarne il "livello di sicurezza" (level of confidence). L'assenza di una dichiarazione sul "livello di incertezza" (*level of uncertainty*) di un modello è elencata, secondo Blaise e Dudek [2006], tra i limiti della sua credibilità (*credibility*), insieme alla mancanza di connessione a fonti documentarie e di aggiornamenti dinamici nel momento in cui vengono raccolti nuovi elementi informativi. Una corrispondenza con termini simili è stabilita anche da Rocheleau [2011], che lega la trasparenza (*transparence*) e l'onestà intellettuale (*honnêteté intellectuelle*) all'incertezza (*incertitude*), inserendo quest'ultima tra le cinque regole proposte per ottenere ricostruzioni digitali scientifiche. Diversi tipi di incertezza sono stati rintracciati da Favre-Brun [2013], che ne individua tre categorie principali legate alla qualità dell'informazione (*qualité de l'information*), alla sua coerenza (*cohérence*) e alla sua oggettività (*objectivité*). Ad ogni modo, l'uso di questi termini è ancora in discussione e, secondo Perlinska [2014], "incertezza" (*uncertainty*) è "una parola fuorviante", riferendosi ad una nostra valutazione soggettiva. "Plausibilità" (*plausibility*) sarebbe la parola più adatta, poiché "indica la possibilità che un evento si verifichi" anche se ne è impossibile calcolare matematicamente la "probabilità" (*probability*). Tuttavia, alla fine decide comunque di usare la parola "probabilità" perché, secondo le sue analisi, risulta essere più frequente. Per quanto riguarda il nostro studio, invece, abbiamo visto nelle tabelle precedenti che "incertezza" sembra la parola più usata in relazione a questo contesto, ragione per cui ci siamo concentrati su quella. Anche in opere più recenti si prendono in considerazione espressioni come "incertezza" (*uncertainty*) e "conoscenza incerta" (*uncertain knowledge*) per riferirsi a quello stato "tra conoscenza da una parte e mancanza di conoscenza dall'altra" [Lengyel e Toulouse 2015], o al risultato di dati mancanti [Chandler e Polkinghorne 2016] che non possono essere "definiti, quantificati ed espressi con l'ausilio di misure statistiche" [Landes et al. 2019].
Oltre al percorso del termine "incertezza", si è seguito anche quello della sua rappresentazione mediante scale di colore nei modelli relativi alle ricostruzioni ipotetiche. Vediamo che non sempre è possibile il diretto confronto tra scale segmentate in diversa maniera e termini in lingue diverse (italiano, inglese, spagnolo – fig. 6). Inoltre, la classificazione del livello di incertezza è a volte basata sull'operazione che viene compiuta (oggettività, deduzione, analogia…), altre volte sul tipo di documento considerato (disegni originali, disegni di altri autori, evidenza testuale…) o sul livello di conoscenza che ne abbiamo (alto, moderato, debole…).

Fig. 06. Confronto tra diverse scale utilizzate per rappresentare il livello di incertezza di una ricostruzione, spesso segmentate in base a diversi criteri che corrispondono inoltre a diverse scale di colore. Quattro di esse sono in inglese, una in italiano e una in spagnolo; raramente c'è una diretta corrispondenza tra esse. Grafico dell'autrice.

Cultural Heritage

Seguendo il percorso relativo alle definizioni di "patrimonio culturale" o *cultural heritage* (fig. 7), possiamo vedere come siano connesse a quelle di "fonti di informazione (o di ricerca)", "conservazione", "trasparenza". In questo contesto, le carte Icomos e Unesco sono rilevanti perché, focalizzandosi sulla conservazione del patrimonio culturale, ne danno anche le definizioni perché, focalizzandosi sulla conservazione del patrimonio culturale, ne danno anche le definizioni di termini specifici, come vediamo per esempio nel Documento di Nara [1994] – riguardante il patrimonio fisico più che i modelli digitali – che definisce la "conservazione" (conservation) come "tutti gli sforzi che mirano a comprendere il patrimonio culturale" e "ad assicurare la sua salvaguardia materiale". ". Definisce inoltre le "fonti di informazione" (*information sources*) come una lista di tutti i diversi tipi di fonti che portano conoscenza al patrimonio culturale. I *Principi Icomos per la documentazione di monumenti, gruppi di edifici e siti* [1996] forniscono definizioni riguardanti altri concetti correlati, come quello di *recording* ("testimonianza", "documentazione") inteso come "acquisizione di informazioni che descrivano la configurazione fisica, la condizione e l'uso di monumenti, gruppi di edifici e siti", quindi citando la definizione di patrimonio culturale data nel *Documento di Nara* e, prima ancora, nella *World Heritage Convention* dell'Unesco [1972], ma includendo ora "l'evidenza tangibile tanto quanto quella intangibile". Di conseguenza, la documentazione può contribuire "alla comprensione del patrimonio e dei suoi valori correlati" ed è una "parte essenziale del processo di conservazione". La portata di questa definizione è simile a quella analoga contenuta nella *Carta Unesco per la conservazione del patrimonio digitale* [2003], che fa riferimento ad ogni tipo di "informazione creata digitalmente, o convertita in forma digitale a partire da risorse analoghe esistenti" che sono "frequentemente effimere" nonostante abbiano "valore e significato durevole", costituendo "un patrimonio che deve essere protetto e conservato per le generazioni correnti e future".

Fig. 07. Percorso della definizione di patrimonio culturale. Grafico dell'autrice.

Il concetto di "fonti di ricerca" che emerge dalla *Carta di Londra* [2006] può essere collegato a quello di "fonti di informazione" del *Documento di Nara*, benché lo scopo del primo sia la sua applicazione non tanto al patrimonio fisico, ma a visualizzazioni per mezzo di computer (*computer-based visualisations*). Le "fonti di ricerca" (*research sources*) sono quindi, in questo caso, "ogni informazione, digitale o non digitale, considerata durante, o che influenza direttamente la creazione di un modello": non viene fornita quindi una lista di fonti, ma ci si concentra piuttosto sull'effetto che può essere generato da esse, indipendentemente dalla loro natura. Anche il "patrimonio culturale" (*cultural heritage*) nella *Carta di Londra* è genericamente definito come "tutti i domini della attività umana che hanno a che fare con la comprensione della comunicazione della cultura materiale e intellettuale", ma in questo caso alcuni dei domini sono poi comunque enumerati (musei, gallerie d'arte, siti del patrimonio…). Arriviamo a questo punto al concetto di sito del patrimonio culturale (*cultural heritage site*) contenuto nella carta *Icomos Ename* [2008], che deriva dai precedenti documenti Icomos e coinvolge "luoghi, località, paesaggi naturali, insediamenti, complessi architettonici, siti archeologici e strutture esistenti". I *Principi di Siviglia* [2011] applicano poi in maniera specifica al campo dell'archeologia le linee guida stabilite dalla Carta di Londra, perciò, invece di parlare in generale di "patrimonio culturale", si concentrano in particolare sul "patrimonio archeologico" (*patrimonio arqueológico*) definito come "la serie di assetti tangibili, sia mobili che immobili, indipendentemente dal fatto che siano stati estratti o no […] che assieme al loro contesto […] servono come fonte di conoscenza storica del passato dell'umanità".

Authenticity

Anche il termine "autenticità" o *authenticity* (fig. 8) compare prevalentemente nei documenti Icomos e Unesco, che la valutano sulla base del "grado in cui le fonti informative possono essere intese come credibili o veritiere" [*Nara document,* 1994]; questa definizione è anche parte delle *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention* dell'Unesco a partire dalla versione del [2005]. Definizioni più specifiche di autenticità si ritrovano nel campo degli studi archivistici, che distinguono autenticità legale, diplomatica e storica [Duranti 1989; Adam 2010]. Tuttavia, Amico et al. [2018] consigliano l'uso della parola "fedele" (*faithful*) invece di "autentico" (*authentic*) in relazione a oggetti digitali o repliche fisiche, che non sono mai originali e unici, ma sempre copie che possono essere replicabili e modificabili.

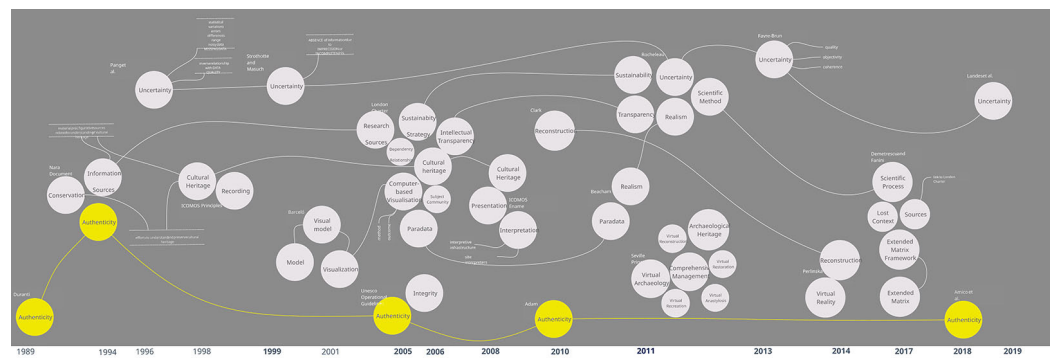



Fig. 08. Percorso della definizione di autenticità. Grafico dell'autrice.

Digital Humanities e Digital Heritage Studies

Interessante inoltre è costituire una rete di collegamenti tra i due campi delle *Digital Humanities* e dei *Digital Heritage Studies,* in quanto spesso sono entrambi coinvolti nelle ricostruzioni digitali: si tratta qui di un lessico in parte comune, di cui si possono studiare analogie e differenze. In questo caso, per ognuno dei due campi, si sono presi in esame trenta termini rilevanti, dei quali sono state indagate le relative definizioni e quindi i punti di contatto.

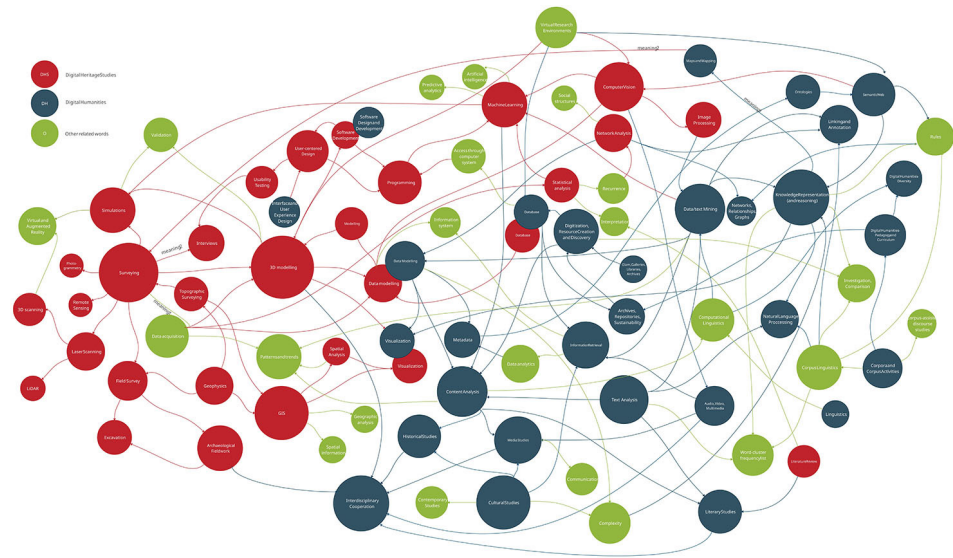



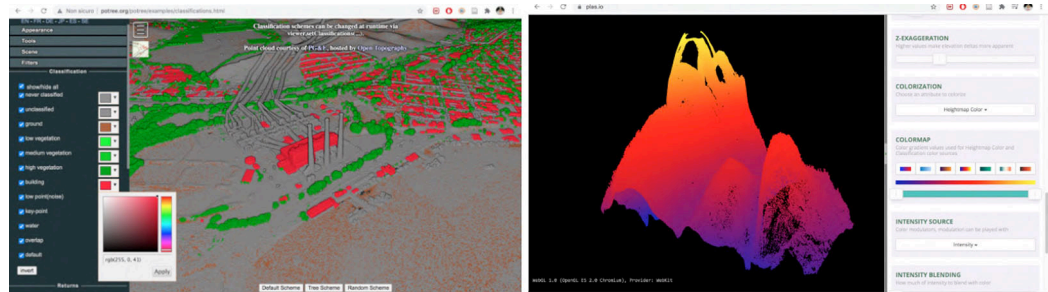
Fig. 09. Connessioni tra trenta termini relativi al campo delle *Digital Humanities* (cerchi blu) ed altrettanti a quello dei *Digital Heritage Studies* (cerchi rossi). A questi sono stati aggiunti altri termini (cerchi verdi) che completano una definizione o fanno da ponte tra definizioni dello stesso dominio o dei due diversi domini. Grafico dell'autrice.

Alcuni termini compaiono in In questo caso, per ognuno dei due campi, si sono presi in esame trenta termini rilevanti, dei quali sono state indagate le relative definizioni e quindi i punti di contatto. Alcuni termini compaiono in entrambe le liste, come *database, software development, data modeling, visualization*; altri presentano alcuni tratti analoghi nelle loro definizioni, per cui sono stati connessi tra loro: citando uno di questi esempi, l'analisi statistica (*statistical analysis*), parola utilizzata nei *Digital Heritage Studies*, è connessa, almeno fino ad un certo punto, ad operazioni che si compiono nei confronti di *database* nel campo delle *Digital Humanities*, ovvero *text analysis, content analysis, data/text mining, information retrieval* e *data modeling*. Ancora, *simulations* e *3D models*, molto utilizzati nei *Digital Heritage Studies*, presentano alcuni punti di contatto – pur mantenendo la loro specificità – con concetti come *digitization, knowledge representation, visualization*, media studies nelle *Digital Humanities*. Nella rete di collegamenti che così è venuta ad instaurarsi, si sono poi aggiunti altri termini rilevanti connessi a quelli di partenza e che, spesso, fanno da ponte tra essi, come *virtual research environment* (ambiente di ricerca virtuale) connesso con *3D modeling, computer vision, semantic web, database* (fig. 9).

Conclusioni e futuri sviluppi

Gli studi sulla terminologia hanno come obiettivo quello di favorire il dialogo tra i creatori (ma anche gli utenti) dei modelli digitali 3D per i beni culturali, specialmente pensando alla loro pubblicazione in piattaforme online. È infatti di vitale importanza indicare tutte le scelte che si fanno e le fonti che si prendono in considerazione, oltre al livello di "incertezza" (usando il termine più frequente) di ognuna, se si vuole ottenere una ricostruzione utilizzabile in maniera "scientifica": questa documentazione e questo modello di dati che la ricostruzione deve portare con sé devono essere fondati su una terminologia condivisa o, comunque, basata su scelte consapevoli. Per quanto riguarda più direttamente l'incertezza, uno dei termini di cui più abbiamo discusso, una sua definizione accurata e un'analisi delle diverse segmentazioni in livelli che ne sono state fatte nel tempo ha idealmente lo scopo di giungere ad uno standard o quantomeno ad una chiara classificazione che presenti meno ambiguità possibili, in modo da poter essere applicata su larga scala in piattaforme online per la visualizzazione di modelli (in maniera simile agli esempi in fig. 10). Questo contribuirebbe a tenere traccia di un processo di ricostruzione ipotetica, basato quindi non soltanto su resti fisici (a volte non sono proprio presenti), ma anche e soprattutto su documenti che hanno un diverso grado di dettaglio e che possono richiedere una maggiore o minore interpretazione. Utilizzare una terminologia e metodologia condivise è fondamentale in questo processo volto a dichiarare quali decisioni

prendiamo e quanto sicuri siamo di esse: in ultima analisi, questo ci porterebbe a distanziarci dalle ricostruzioni usate a mero scopo di intrattenimento e che il più delle volte rappresentano una realtà perfetta, chiusa e indubitabile.

Fig. 10. Esempi di applicazione di scale di colore a modelli visualizzati online: nell'esempio a sinistra (http://potree.org/potree/examples/classifications.html consultato il 04.03.2022) colori diversi (che possono essere cambiati dall'utente) sono assegnati ai diversi elementi che compongono il modello (strade, edifici, vegetazione…); nell'esempio a destra (https://plas.io/ consultato il 04.03.2022) un gradiente (quindi non esattamente una scala composta di livelli definiti) indica l'altezza dei diversi punti di una superficie. In maniera analoga, anche per la rappresentazione dell'incertezza si potrebbe pensare ad una scala di colori corrispondenti ad altrettanti valori di un parametro assegnato ad ogni elemento preso in esame.

Note

[1] I 27 *paper* considerati nell'analisi iniziale (riportati per esteso in bibliografia) e i 13 di essi relativi all'incertezza (indicati qui con un asterisco) sono i seguenti: Strothotte et al. 1999*; Johnson e Sanderson 2003*; Kozan 2004*; Kensek 2007; Gooding 2010; López-Menchero Bendicho e Grande 2011; Potter et al. 2012*; Dell'Unto et al. 2013; Dufaÿ e Mora 2013; Favre-Brun 2013*; Perlinska 2014*; Resco 2014; Quattrini e Baleani 2015; Apollonio 2015; Lengyel e Toulouse 2015*; Apollonio 2016; Chandler e Polkinghorne 2016; Grellert e Haas 2016*; Jahn et al. 2016; Lengyel e Toulouse 2016*; Messemer 2016; Rykl 2016*; Ortiz-Cordero et al. 2018; Lercari 2017; Grellert et al. 2019*; Heeb e Christen 2019*; Landes et al. 2019*.

Riferimenti bibliografici

Adam, S. (2010). Preserving authenticity in the digital age. In *Library Hi Tech* 28 (4): 595–604. <https://doi.org/10.1108/07378831011096259. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Amico, N., et al. (2018). Theorizing authenticity - practising reality: the 3D replica of the Kazaphani boat. In Di Giuseppantonio, P. et al. (a cura di) *Authenticity and cultural heritage in the age of 3d digital reproductions*, , 111–22. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research. <https://doi.org/10.17863/CAM.27031. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Apollonio, F. I. (2015). Classification schemes and model validation of 3D digital reconstruction process. In CHNT 20 - *Proceedings of the 20th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies.*

Apollonio, F. I. (2016). Classification Schemes for Visualization of Uncertainty in Digital Hypothetical Reconstruction. In *3D Research Challenges II*, LNCS 10025: 119–35. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47647-6. >(consultato il 3 febbraio 2022).

Blaise, J., e Dudek, I. (2006). Modélisation informationnelle: un cadre méthodologique pour représenter des connaissances évolutives spatialisables. In *ECG06 - Extraction et Gestion des Connaissances, Lille, France.*

Chandler, T., Polkinghorne, M. (2016). A Review of Sources for Visualising the Royal Palace of Angkor, Cambodia, in the 13th Century. In *Virtual Palaces, Part II: Lost Palaces and their Afterlife: Virtual Reconstruction between Science and Media*, 149–70.

Dell'Unto, N. et al. (2013). Digital reconstruction and visualization in archaeology: Case-study drawn from the work of the Swedish Pompeii Project. In *Proceedings of the Digital Heritage International Congress 2013 - IEEE Publisher* 1: 621–28. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6743804. > (consultato il 23 febbraio 2022).

Dufaÿ, B., Mora, P. (2013). Les restitutions 3D du prieuré Saint-Cosme (La Riche-Indre-et-Loire): La modélisation d'un ensemble complexe à plusieurs phases chronologiques. In *Archéovision*, n. 6: 135–43.

Duranti, L. (1989). Diplomatics: new uses for an old science. In *Archiviaria*, n. 28: 7–27.

Eco, U. (2003). *Dire quasi la stessa cosa*, Milano: Bompiani.

Favre-Brun, A. (2013). *Architecture virtuelle et représentation de l'incertitude: analyse des solutions de visualisation de la représentation 3D. Application à l'église de la chartreuse de Villeneuve-lez-Avignon (Gard) et à l'abbaye Saint-Michel de Cuxa* (Pyrénées-Orientales). Université d'Aix-Marseille. < https://www.sudoc.fr/182692809 > (consultato il 13 febbraio 2022).

Gershon, N. (1998). Visualization of an imperfect world. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, 43–45.

Gooding, D. C. (2010). Visualizing scientific inference. In T*opics in Cognitive Science* 2 (1): 15–35. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01048.x.> (consultato il 23 febbraio 2022).

Grellert, M. et al. (2019). Working Experiences with the Reconstruction Argumentation Method (RAM) – Scientific Documentation for Virtual Reconstruction. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Cultural Heritage and New Technologies* 2018, n. 23: 1–14.

Grellert, M., Haas, F. (2016). Sharpness versus uncertainty in "complete models": virtual reconstruction of the Dresden Castle in 1678. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife*, 119–48.

Heeb, N., Christen, J. (2019). Strategien zur Vermittlung von Fakt, Hypothese und Fiktion in der digitalen Architektur-Rekonstruktion. In *Der Modelle Tugend* 2.0, 226–54.

Icomos. (1996). Principles for the Recording of Monuments, Groups of Buildings and Sites. <https://www.icomos.org/charters/archives-e.pdf > (consultato il 23 febbraio 2022).

Icomos. (1994). "he Nara Document on Authenticty. <https://www.icomos.org/charters/nara-e.pdf > (consultato il 23 febbraio 2022).

Icomos Ename. 2008. Charter for the interpretation and presentation of cultural heritage sites. http://icip.icomos.org/downloads/ICOMOS_Interpretation_Charter_ENG_04_10_08.pdf (consultato il 3 febbraio 2022).

Jahn, P. H., Wacker, M., Welich, D. (2016). Back to the Future: Visualizing the planning and building of the Dresden Zwinger from the 18th until the 19th century. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife* 15 (1): 141–95.

Johnson, C. R, Sanderson, A. R. (2003). A Next Step: Visualizing Errors and Uncertainty. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, n. September/October: 6–10.

Kensek, K. M. (2007). A survey of methods for showing missing data, multiple alternatives, and uncertainty in reconstructions. In *CSA Newsletter XIX* (3).

Kensek, K. M., et al. (2004). Fantastic reconstructions or reconstructions of the fantastic? Tracking and presenting ambiguity, alternatives, and documentation in virtual worlds. In *Automation in Construction* 13 (2): 175–86.< https://doi.org/10.1016/j.autcon.2003.09.010.> (consultato il 23 febbraio 2022).

Kozan, J. (2004). Virtual Heritage reconstruction: the old main church of Curitiba, Brazil. <https://doi.org/10.5840/techne200710312.> (consultato il 3 febbraio 2022).

Landes, T. et al. (2019). Uncertainty visualization approaches for 3D models of castles restituted from archeological knowledge. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 42 (2/W9): 409–16. < https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-409-2019. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Lengyel, D., Toulouse, C. (2015). The consecution of uncertain knowledge, hypotheses and the design of abstraction. In *CHNT 20 - Proceedings of the 20th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies.*

Lengyel, D., Toulouse, C. (2016). Visualisation of Uncertainty in Archaeological Reconstructions. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife, 103–17.*

Lercari, N. (2017). 3D visualization and reflexive archaeology: A virtual reconstruction of Çatalhöyük history houses. In *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 6 (August 2016): 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2017.03.001. > (consultato il 3 febbraio 2022).

López-Menchero B., Manuel, V. Grande, A. (2011). Hacia una Carta Internacional de Arqueología Virtual. El Borrador SEAV. *Virtual Archaeology* Review 2 (4): 71. <https://doi.org/10.4995/var.2011.4558. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Messemer, H. (2016). The Beginnings of Digital Visualization of Historical Architecture in the Academic Field. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife*, 21–54.

Ortiz-Cordero, R. et al. (2018). Proposal for the improvement and modification in the scale of evidence for virtual reconstruction of the cultural heritage: A first approach in the mosque-cathedral and the fluvial landscape of Cordoba. In *Journal of Cultural Heritage* 30: 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.10.006.> (consultato il 3 febbraio 2022).

Pang, A. T., et al. (1996). Approaches to uncertainty visualization. In *Visual Computer* 13 (8): 370–90. <https://doi.org/10.1007/s003710050111. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Perlinska, M. 2014. Palette of possibilities. Lund University. < https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=4467561&fileOId=4467563> (consultato il 3 febbraio 2022).

Potter, K. et al. (2012). From quantification to visualization: A taxonomy of uncertainty visualization approaches. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology* 377 AICT: 226–47. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-32677-6_15. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Principles of Seville. (2011). < http://sevilleprinciples.com/ > (consultato il 3 febbraio 2022).

Quattrini, R., Baleani, E. (2015). Theoretical background and historical analysis for 3D reconstruction model. Villa Thiene at Cicogna. In *Journal of Cultural Heritage* 16 (1): 119–25. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2014.01.009. > (consultato il 3 febbraio 2022).
Reilly, P. (1991). Towards a Virtual Archaeology. In *CAA90. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* 1990, 132–39. <http://caaconference.org/proceedings/paper/21_reilly_caa_1990/. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Resco, P. A. (2014). Escala de evidencia histórica. <https://parpatrimonioytecnologia.wordpress.com/2014/07/21/escala-de-evidencia-historica-scale-of-historical-evidence/ > (consultato il 3 febbraio 2022).

Rocheleau, M. (2011). La modélisation 3D comme méthode de recherche en sciences historiques. In *Actes du 10ème colloque international étudiant du Département d'Histoire*, 245–65.

Rykl, M. (2016). Virtual Reconstructions and Building Archaeology in Bohemia: A Digital Model of the 14th-Century House U zvonu ('Zur Glocke' / 'At the Sign of the Bell') in Prague. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife*, 55–85.

Strothotte, T. et al. (1999). Visualizing knowledge about virtual reconstructions of ancient architecture. In *Proceedings - Computer Graphics International,* CGI 1999, n. February: 36–43. <https://doi.org/10.1109/CGI.1999.777901. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Taylor, B. N., Kuyatt, C. E. (1994). Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results. In NIST Technical Note 1294, 1–20.

The London Charter for the computer-based visualisation of cultural heritage. (2006). <http://www.londoncharter.org/. >(consultato il 3 febbraio 2022).

Unesco. 1972. Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage. <http://whc.unesco.org/en/guidelines. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Unesco. 2003. Charter on the preservation of digital heritage. <http://whc.unesco.org/en/guidelines. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Unesco. 2005. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. <http://whc.unesco.org/en/guidelines. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Autori
Irene Cazzaro, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, irene.cazzaro2@unibo.it

Per citare questo capitolo: Cazzaro Irene (2022). Dialoghi tra diverse discipline (e lingue): una terminologia condivisa per le ricostruzioni digitali 3D ipotetiche e per la classificazione del loro livello di incertezza/Dialogues between different disciplines (and languages): a shared terminology for hypothetical 3D digital reconstructions and for the classification of their level of uncertainty. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers.* Milano: FrancoAngeli, pp. 351-372.

 Isbn 9788835141938

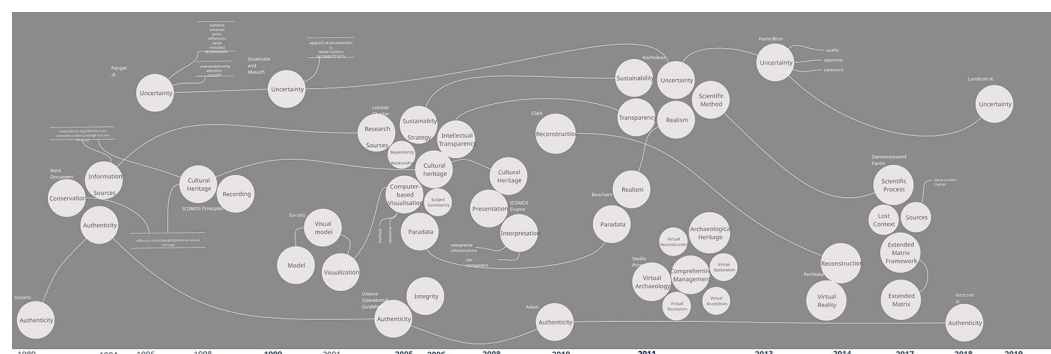
Dialogues between different disciplines (and languages): a shared terminology for hypothetical 3D digital reconstructions and for the classification of their level of uncertainty

Irene Cazzaro

Abstract

A shared terminology (and consequently methodology) should be the basis of a hypothetical 3D digital reconstruction conducted in a critical and scientific manner. We propose a study of the most frequent terms and the evolution of some of their definitions over the last 25 years. The aim is to reach a more conscious – and to some extent standardised – use of these terms, in order to enhance the sharing and the dialogue about the digital reconstructions for cultural heritage, especially referring to destroyed or never built artefacts, whose exploration can lead to new discoveries. In this case it is also essential to declare the level of uncertainty of a model based on different sources, especially in the light of its online publication, in virtual research environments, where the individual choices that guided the process of reconstruction should always be documented and traceable.

Keywords
Terminology, hypothetical digital reconstructions, uncertainty, authenticity, cultural heritage.

Topics
Classificare

Evolution of some relevant terms (and their related definitions) in the field of hypothetical 3D digital reconstructions. Author's diagram.

doi.org/10.3280/oa-832-c28

Introduction

In the field of digital 3D reconstructions for cultural heritage, having a heuristic rather than entertainment purpose, it is frequent – and very often fundamental – to work in synergy with experts from different fields (IT, archaeologists, historians...), but also from different nationality and language. This inevitably leads to the comparison between different methods and workflows, each of which has its own terminology at the base. Therefore, comparing the different terms used, following their evolution and, to a certain extent, trying to standardise them is a prerequisite for making the reconstruction as objective and reproducible as possible, qualities that are of primary importance especially when the aim is the publication of the results in virtual research environments, so that they are accessible and understandable to a wide audience of interested users. Terminology is only one of the open problems in the field of 3D digital reconstructions, which also deals, as we know, with issues related for example to different software and file formats, or even to the conservation of data and the platforms used to share them. These problems, however, can hardly be addressed if not starting from a shared terminology and methodology, which should be the basis of every 3D digital reconstruction used in order to spread (and potentially enrich with new discoveries) cultural heritage, especially when we talk about hypothetical reconstructions of destroyed or never built artefacts. In this case the dialogue between experts is a central element and it is therefore clear why, first of all, we need to agree on the terms that are going to be used. This study aims to analyse in this sense some of the most frequent among them, especially those related to the certainty and reliability of a reconstruction.

Frequency and classification

An analysis was conducted on 27 papers [1] concerning hypothetical 3D digital reconstructions, published over a period of 25 years, from 1994 to 2019. For each of them, a word cloud was created (fig. 1) based on the frequency of the words themselves, thus giving rise to a series of values which were then reported in a spreadsheet and from which some graphs were created. Compared to the initial clouds, in this phase we have not focused so much on words whose high recurrence could almost be foreseen (trivially "model", "line", "design", "reconstruction") and which do not really lead us to new discoveries, but more specifically on those concerning a critique of the model and the reconstruction process. As a result of this selection (fig. 2), the high use of the word "uncertainty" emerged, followed by "knowledge", "science", "interpretation", "hypothesis".

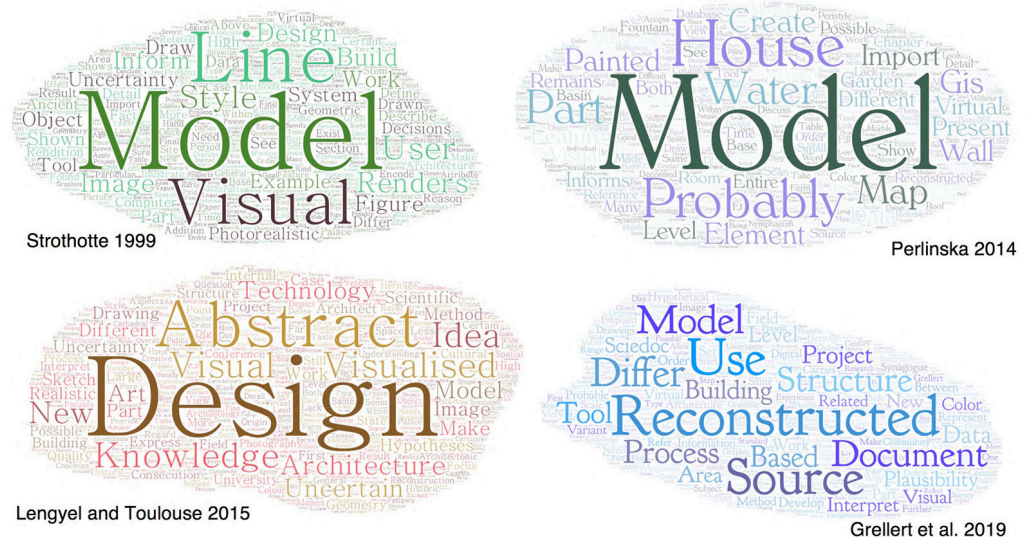



Fig. 01. Word clouds concerning four of the 27 papers considered. Author's diagram.

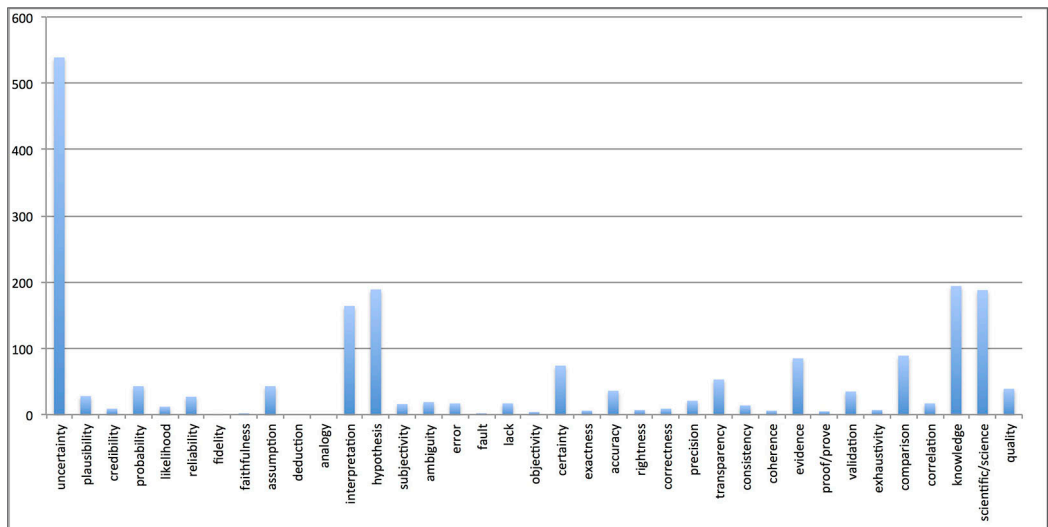



Fig. 02. Frequency in the use of words related to the critique of hypothetical reconstructions in 27 representative papers published from 1994 to 2019. Author's diagram.

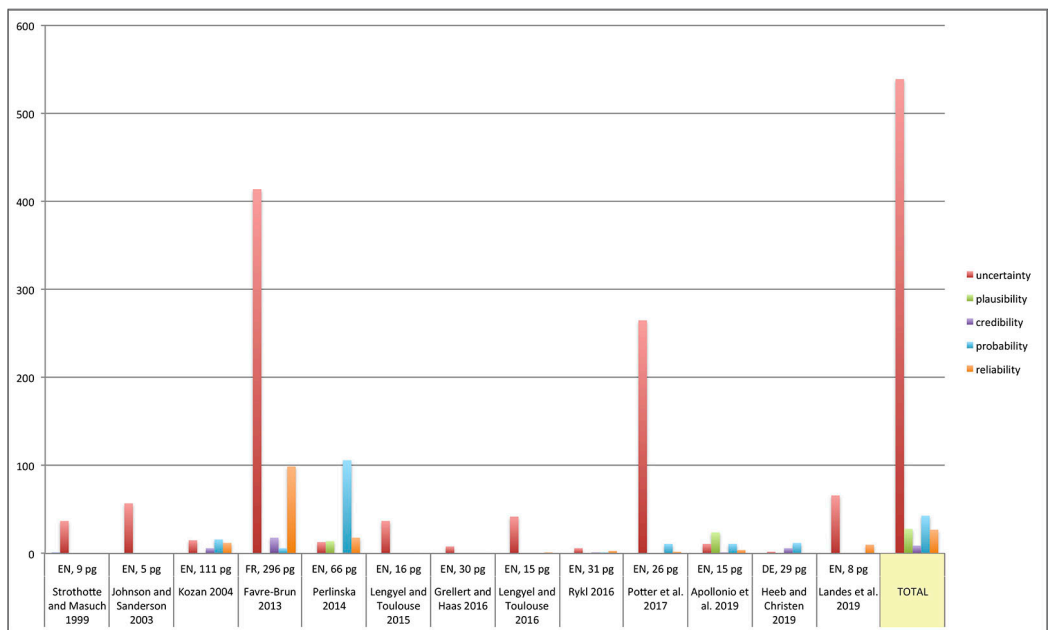



Fig. 03. Frequency in the use of words related to certainty in hypothetical reconstructions in 13 representative papers published from 1994 to 2019. Author's diagram.

Other words such as "plausibility" and "reliability" are less frequent, as we can see in greater detail in the graph created later, when only the 13 papers in which the most frequently used terms relating to reliability or certainty in hypothetical reconstructions were analysed (fig. 3). It is clear that the frequency of the terms that are used is a value to be taken into consideration for the drafting of a shared terminology that favours the dialogue between the subjects involved in the reconstruction. However, this remains an abstract value and it does not tell us anything about the use that is made of a term within a text. In addition to this, the papers considered are written in different languages: most of those in fig. 3 is in English, but there is also one in French [Favre-Brun 2013] and one in German [Heeb and Christen 2019]. The terms analysed in the case of these two languages are the following: *incertitude, crédibilité, probabilité* for the first paper; *Unsicherheit, Glaubwürdigkeit, Wahrscheinlichkeit* for the latter. They translate "uncertainty", "credibility", "probability" as far as a translation can maintain the original meaning of a discourse [Eco 2003]. For this reason we need to take another step and connect the examined papers according to some dominant macro-themes.

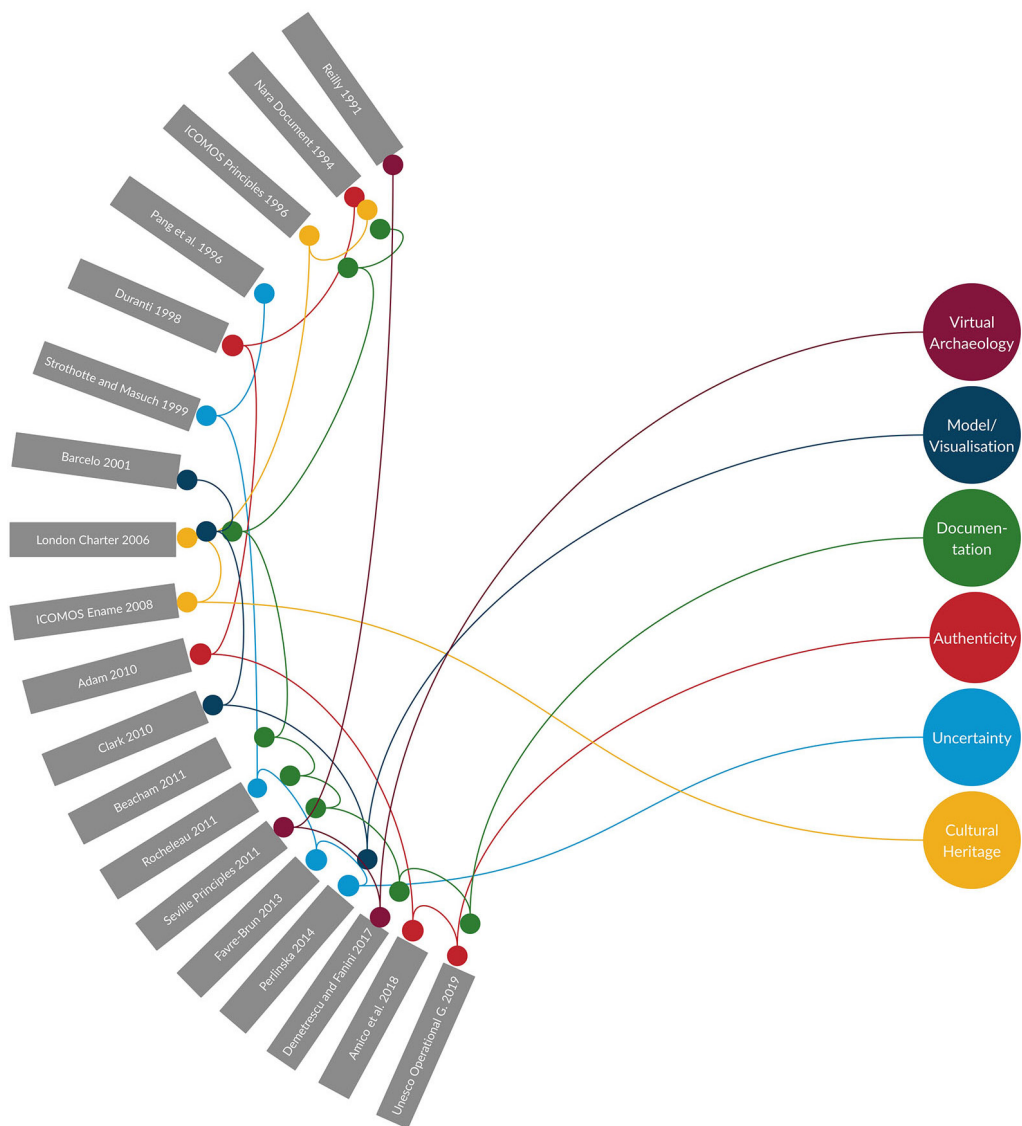



Fig. 04. Classification of the papers according to six dominant macro-themes. Compared to those indicated above, the paper by Reilly [1991], important for the definition of virtual archaeology, has been added. Author's diagram.

Six of them were identified: "virtual archaeology", "model/visualisation", "documentation", "authenticity", "uncertainty", "cultural heritage". The evolution of the definitions of each of these themes (and related terms) has been then followed within the papers in which they occurred most (fig. 4). Three of these paths are studied in the paragraph below, keeping their occurrence in English in the title and indicating each time in the text, in italics, the original language in which they appeared.

Paths: three examples

Uncertainty

The path corresponding to the definitions of "uncertainty" (fig. 5) starts from the article by Taylor and Kuyatt [1994], who give a definition related to that of measurement error in physics, having a random and a systematic component: the difference between "error" and "uncertainty" lies in the fact that, in the second case, it is not necessary to know the real value of a quantity. Pang et al. [1996] take up this definition and propose some scientific views.

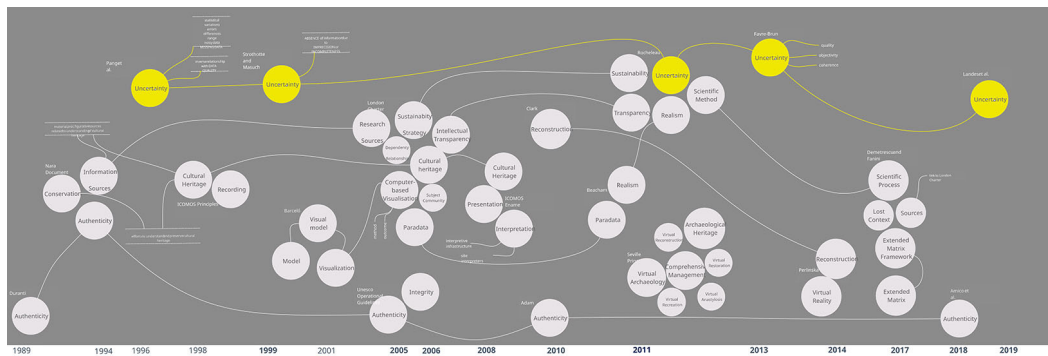
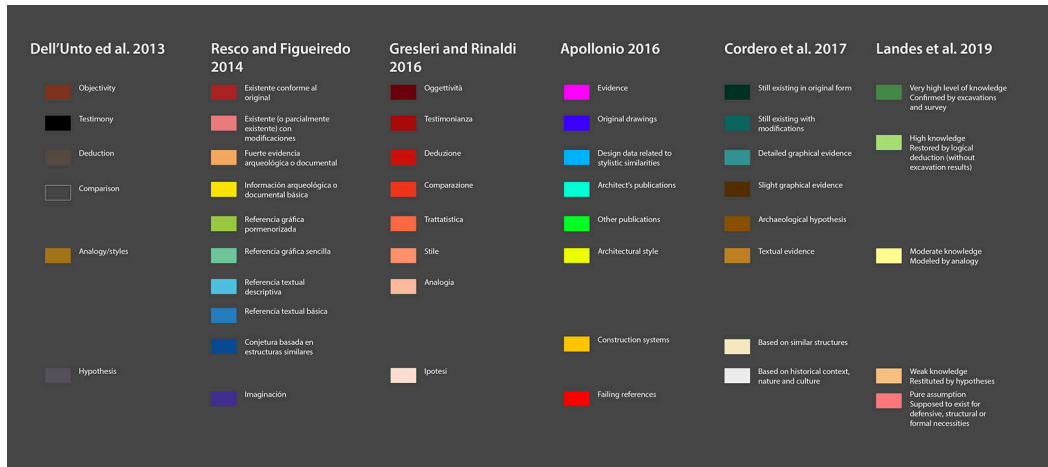



Fig. 05. Path of the definition of uncertainty. Author's diagram.

Two years later, Gershon [1998] inserts "uncertainty" into the broader concept of "imperfection", which also includes "incompleteness": with respect to the latter, which refers to a lack of information, in the case of "uncertainty" the information is known, but the user is not sure. Turning to studies directly related to 3D digital reconstructions, Strothotte et al. [1999] take up Gershon's terms, but change their hierarchy: this time "imprecision" and "incompleteness" are both part of the more general category of "uncertainty", defined as the – at least partial – absence of information. Kensek et al. [2004] refer to "ambiguity, evidence and alternatives" for the analysis of ancient, historical and no longer existing sites, thus highlighting the lack of terminological uniformity.
The authors themselves initially speak of the "uncertainty level" of a reconstruction, while later they cite tools to indicate the "types of reliability". The absence of a declaration on the "level of uncertainty" of a model is listed, according to Blaise and Dudek [2006], among the limits of its credibility, together with the lack of connection to documentary sources and of dynamic updates as new information elements are collected. A correspondence with similar terms is also established by Rocheleau [2011], which links "transparency" (*transparence*) and "intellectual honesty" (*honnêteté intellectuelle*) to "uncertainty" (*incertitude*), inserting the latter among the five rules proposed for obtaining scientific digital reconstructions.

Different types of uncertainty have been traced by Favre-Brun [2013], who identifies three main categories related to the quality of information (qualité de l'information), its coherence (*cohérence*) and its objectivity (*objectivité*). However, the use of these terms is still under discussion and, according to Perlinska [2014], "uncertainty" is "a misleading word", since it refers to our subjective evaluation. "Plausibility" would be the most suitable word, since it "states the possibility of an event to occur" even if it is impossible to mathematically calculate its "probability". However, at the end she decides to use the word "probability" because, according to her analysis, it turns out to be more frequent. As far as our study is concerned, however, we have seen in the previous tables that "uncertainty" seems to be the most used word in relation to this context, which is why we have been focusing on that. Even in more recent works, expressions such as "uncertainty" and "uncertain knowledge" are taken into consideration to refer to that state "between knowledge on one hand and lack of knowledge on the other hand" [Lengyel and Toulouse 2015], or to the result of missing data [Chandler and Polkinghorne 2016] that cannot be "defined, quantified and expressed with the help of statistical measures" [Landes et al. 2019]. In addition to the path of the term "uncertainty", we also followed that of its representation by means of colour scales in the models relating to hypothetical reconstructions. We see that it is not always possible to directly compare scales segmented in different ways and terms in different languages (Italian, English, Spanish – fig. 6).
Furthermore, the classification of the level of uncertainty is sometimes based on the operation that is performed (objectivity, deduction, analogy...), other times on the type of document considered (original drawings, drawings by other authors, textual evidence...) or on the level of knowledge we have about it (high, moderate, weak…).

Fig. 06. Comparison between different scales used to represent the level of uncertainty of a reconstruction, often segmented according to different criteria, which also correspond to different colour scales. Four of them are in English, one in Italian and one in Spanish; there is rarely a direct correspondence between them. Author's diagram

Cultural Heritage

Following the path related to the definitions of "cultural heritage" (fig. 7), we can see how they are connected to those of "sources of information (or research)", "conservation", "transparency". In this context, the Icomos and Unesco papers are relevant because, focusing on the conservation of cultural heritage, they also give definitions of specific terms, as we see for example in the *Nara Document* [1994] – concerning physical heritage rather than digital models – which defines "conservation" as "all efforts designed to understand cultural heritage" and "ensure its material safeguard".
It also defines "information sources" as a list of all the different types of sources that bring knowledge to cultural heritage. The *Icomos Principles for Documenting Monuments, Groups of Buildings and Sites* [1996] provide definitions regarding other related concepts, such as "recording" understood as the "capture of information which describes the physical configuration, condition and use of monuments, groups of buildings and sites", thus quoting the definition of cultural heritage given in the *Nara Document* and, before that, in the *Unesco World Heritage Convention* [1972], but now including "tangible as well as intangible evidence".
Consequently, documentation can contribute to "the understanding of the heritage and its related values" and is "an essential part of the conservation process". The scope of this definition is similar to the analogous one contained in the *Unesco Charter for the conservation of digital heritage* [2003], which refers to any type of "information created digitally, or converted into digital form from existing analogue resources" which are "frequently ephemeral" despite having "lasting value and significance", constituting "a heritage that should be protected and preserved for current and future generations". The concept of "research sources" that emerges from the *London Charter* [2006] can be linked to that

Fig. 07. Path of the definition of cultural heritage. Author's diagram.

of "sources of information" in the *Nara Document*, although the purpose of the former is its application not so much to physical heritage, but to computer-based visualisations. The "research sources" are therefore, in this case, "all information, digital and non-digital, considered during, or directly influencing" the creation of a model: therefore a list of sources is not provided, but rather, we focus on the effect that can be generated by them, regardless of their nature. Even "cultural heritage" in the London Charter is generically defined as "all domains of human activity which are concerned with the understanding of communication of material and intellectual culture", but in this case some of the domains are then in any case enumerated (museums, art galleries, heritage sites…).
We arrive at this point to the concept of "cultural heritage site" contained in the *Icomos Ename* paper [2008], which derives from the previous Icomos documents and involves places, localities, natural landscapes, settlements, architectural complexes, archaeological

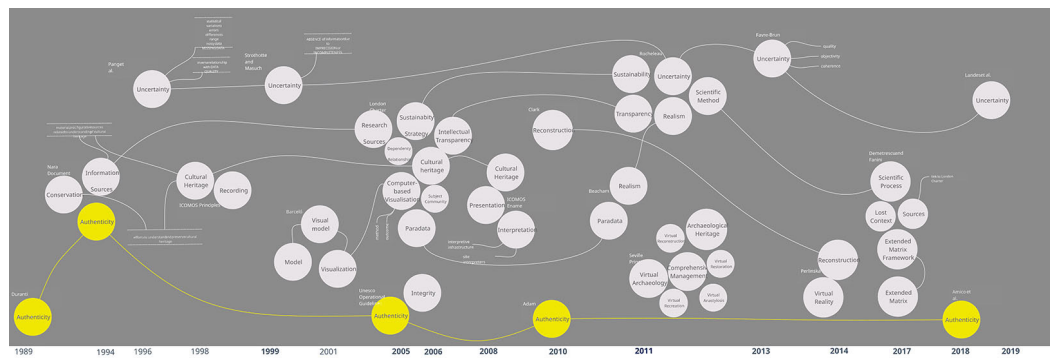



Fig. 08. Path of the definition of authenticity. Author's diagram.

sites and existing structures. The *Principles of Seville* [2011] then specifically apply the guidelines established by the London Charter to the field of archaeology, therefore, instead of speaking in general of "cultural heritage", they focus in particular on "archaeological heritage" (*patrimonio arqueológico*) defined as "the set of tangible assets, both movable and immovable, irrespective of whether they have been extracted or not […] which together with their context […] serve as a historical source of knowledge on the history of humankind".

Authenticity

The term "authenticity" (fig. 8) also appears mainly in the Icomos and Unesco documents, which evaluate it on the basis of "degree to which information sources may be understood as credible or truthful" [*Nara document*, 1994]; this definition is also part of the *Unesco Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention* starting from the [2005] version. More specific definitions of "authenticity" can be found in the field of archival studies, which distinguish legal, diplomatic and historical authenticity [Duranti 1989; Adam 2010]. However, Amico et al. [2018] recommend the use of the word "faithful" instead of "authentic" in relation to digital objects or physical replicas, which are never original and unique, but always copies that can be replicated and modified.

Digital Humanities and Digital Heritage Studies

It is also interesting to establish a network of connections between the two fields of Digital Humanities and Digital Heritage Studies, as they are often both involved in digital reconstructions: here we are dealing with a partly common lexicon, with analogies and differences that can be studied.
In this case, for each of the two fields, thirty relevant terms were examined, investigating

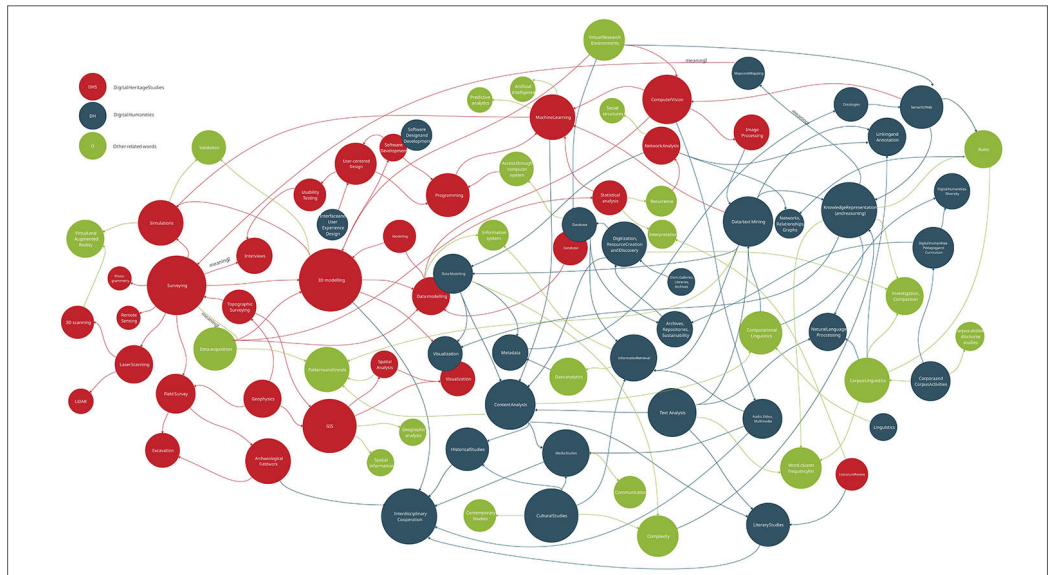
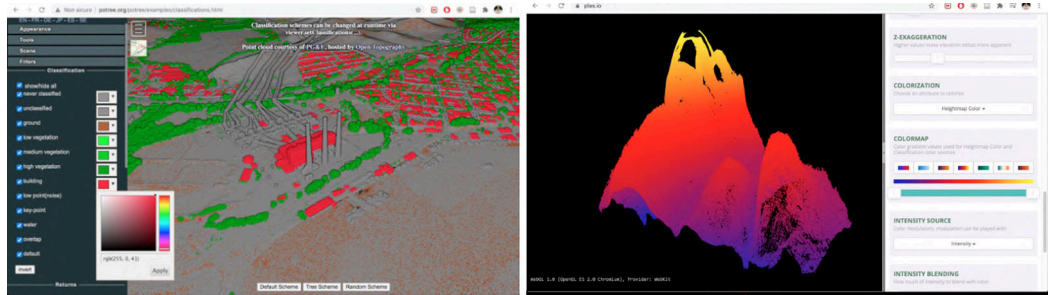



Fig. 09. Connections between thirty terms concerning the field of Digital Humanities (blue circles) and thirty terms concerning the Digital Heritage Studies (red circles). Other terms (green circles) have been added to them since they complete a definition or they act as a bridge between definitions from the same domain or from two different domains. Author's diagram.

their definitions and therefore their points of contact. Some terms appear in both lists, such as "database", "software development", "data modelling", "visualisation"; others have some similar traits in their definitions, for which they have been connected to each other: one of these examples is "statistical analysis", a word used in the Digital Heritage Studies, which is connected, at least up to a certain point, to operations performed on databases in the field of "Digital Humanities", namely "text analysis", "content analysis", "data/text mining", "information retrieval" and "data modelling". Again, "simulations" and "3D models", widely used in the Digital Heritage Studies, present some points of contact – while maintaining their specificity – with concepts such as "digitization", "knowledge representation", "visualisation", "media studies" in the Digital Humanities. In the network of connections that has thus come to be established, other relevant terms have been added, connected to the original ones and which, often, act as a bridge between them, such as "virtual research environment" connected with "3D modelling", "computer vision", "semantic web", "database" (fig. 9).

Fig. 10. Examples of applying colour scales to models displayed online: in the example on the left (http://potree.org/potree/examples/classifications.html consulted on 04.03.2022) different colours (which can be changed by the user) are assigned to the different elements that make up the model (roads, buildings, vegetation...); in the example on the right (https://plas.io/ consulted 04.03.2022) a gradient (therefore not exactly a scale composed of defined levels) indicates the height of the different points of a surface. Similarly, also for the representation of uncertainty one could think of a colour scale corresponding to a number of values of a parameter assigned to each element that is considered.

Conclusions and future developments

The studies on terminology aim to foster the dialogue between the creators (but also the users) of 3D digital models for cultural heritage, especially considering their publication on online platforms. It is in fact of vital importance to indicate all the choices that are made and the sources that are taken into consideration, as well as the level of "uncertainty" (using the more frequent term) of each one of them, in order to obtain a reconstruction that can be used in a "scientific" way: this documentation and the data model that the reconstruction

must bring with it must be based on shared terminology or, in any case, on conscious choices. Looking closer to uncertainty – one of the terms we have discussed the most – an accurate definition of it and an analysis of its different segmentations into levels that have been made over time has the ideal purpose of reaching a standard or at least a clear classification that presents as little ambiguity as possible, so that it can be applied on a large scale in online platforms with 3D viewers (similar to the examples in fig. 10). This would help to keep track of a hypothetical reconstruction process, therefore based not only on physical remains (sometimes they are not available), but also and above all on documents that have a different degree of detail and that may require greater or lesser interpretation. Using shared terminology and methodology is fundamental in this process aimed at declaring which decisions we make and how confident we are of them: ultimately, this would lead us to distance ourselves from the reconstructions used for mere entertainment purposes and which most of the time represent a perfect, closed and indubitable reality.

Notes

[1] The 27 papers considered in the initial analysis (reported in full in the bibliography) and 13 of them relating to uncertainty (indicated here with an asterisk) are the following: Strothotte et al. 1999*; Johnson e Sanderson 2003*; Kozan 2004*; Kensek 2007; Gooding 2010; López-Menchero Bendicho e Grande 2011; Potter et al. 2012*; Dell'Unto et al. 2013; Dufaÿ e Mora 2013; Favre-Brun 2013*; Perlinska 2014*; Resco 2014; Quattrini e Baleani 2015; Apollonio 2015; Lengyel e Toulouse 2015*; Apollonio 2016; Chandler e Polkinghorne 2016; Grellert e Haas 2016*; Jahn et al. 2016; Lengyel e Toulouse 2016*; Messemer 2016; Rykl 2016*; Ortiz-Cordero et al. 2018; Lercari 2017; Grellert et al. 2019*; Heeb e Christen 2019*; Landes et al. 2019*.

References

Adam, S. (2010). Preserving authenticity in the digital age. In *Library Hi Tech* 28 (4): 595–604. <https://doi.org/10.1108/07378831011096259. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Amico, N., et al. (2018). Theorizing authenticity - practising reality: the 3D replica of the Kazaphani boat. In Di Giuseppantonio, P. et al. (a cura di) *Authenticity and cultural heritage in the age of 3d digital reproductions*, , 111–22. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research. <https://doi.org/10.17863/CAM.27031. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Apollonio, F. I. (2015). Classification schemes and model validation of 3D digital reconstruction process. In CHNT 20 - *Proceedings of the 20th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies*.

Apollonio, F. I. (2016). Classification Schemes for Visualization of Uncertainty in Digital Hypothetical Reconstruction. In *3D Research Challenges II*, LNCS 10025: 119–35. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47647-6. >(consultato il 3 febbraio 2022).

Blaise, J., e Dudek, I. (2006). Modélisation informationnelle: un cadre méthodologique pour représenter des connaissances évolutives spatialisables. In *ECG06 - Extraction et Gestion des Connaissances, Lille, France.*

Chandler, T., Polkinghorne, M. (2016). A Review of Sources for Visualising the Royal Palace of Angkor, Cambodia, in the 13th Century. In *Virtual Palaces, Part II: Lost Palaces and their Afterlife: Virtual Reconstruction between Science and Media*, 149–70.

Dell'Unto, N. et al. (2013). Digital reconstruction and visualization in archaeology: Case-study drawn from the work of the Swedish Pompeii Project. In *Proceedings of the Digital Heritage International Congress 2013 - IEEE Publisher* 1: 621–28. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6743804. > (consultato il 23 febbraio 2022).

Dufaÿ, B., Mora, P. (2013). Les restitutions 3D du prieuré Saint-Cosme (La Riche-Indre-et-Loire): La modélisation d'un ensemble complexe à plusieurs phases chronologiques. In *Archéovision*, n. 6: 135–43.

Duranti, L. (1989). Diplomatics: new uses for an old science. In *Archiviaria*, n. 28: 7–27.

Eco, U. (2003). *Dire quasi la stessa cosa*, Milano: Bompiani.

Favre-Brun, A. (2013). *Architecture virtuelle et représentation de l'incertitude: analyse des solutions de visualisation de la représentation 3D. Application à l'église de la chartreuse de Villeneuve-lez-Avignon (Gard) et à l'abbaye Saint-Michel de Cuxa* (Pyrénées-Orientales). Université d'Aix-Marseille. < https://www.sudoc.fr/182692809 > (consultato il 13 febbraio 2022).

Gershon, N. (1998). Visualization of an imperfect world. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, 43–45.

Gooding, D. C. (2010). Visualizing scientific inference. In T*opics in Cognitive Science* 2 (1): 15–35. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01048.x.> (consultato il 23 febbraio 2022).

Grellert, M. et al. (2019). Working Experiences with the Reconstruction Argumentation Method (RAM) – Scientific Documentation for Virtual Reconstruction. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Cultural Heritage and New Technologies* 2018, n. 23: 1–14.

Grellert, M., Haas, F. (2016). Sharpness versus uncertainty in "complete models": virtual reconstruction of the Dresden Castle in 1678. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife*, 119–48.

Heeb, N., Christen, J. (2019). Strategien zur Vermittlung von Fakt, Hypothese und Fiktion in der digitalen Architektur-Rekonstruktion. In *Der Modelle Tugend* 2.0, 226–54.

Icomos. (1996). Principles for the Recording of Monuments, Groups of Buildings and Sites. <https://www.icomos.org/charters/archives-e.pdf > (consultato il 23 febbraio 2022).

Icomos. (1994). "he Nara Document on Authenticty. <https://www.icomos.org/charters/nara-e.pdf > (consultato il 23 febbraio 2022).

Icomos Ename. 2008. Charter for the interpretation and presentation of cultural heritage sites. http://icip.icomos.org/downloads/ICOMOS_Interpretation_Charter_ENG_04_10_08.pdf (consultato il 3 febbraio 2022).

Jahn, P. H., Wacker, M., Welich, D. (2016). Back to the Future: Visualizing the planning and building of the Dresden Zwinger from the 18th until the 19th century. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife* 15 (1): 141–95.

Johnson, C. R, Sanderson, A. R. (2003). A Next Step: Visualizing Errors and Uncertainty. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, n. September/October: 6–10.

Kensek, K. M. (2007). A survey of methods for showing missing data, multiple alternatives, and uncertainty in reconstructions. In *CSA Newsletter XIX* (3).

Kensek, K. M., et al. (2004). Fantastic reconstructions or reconstructions of the fantastic? Tracking and presenting ambiguity, alternatives, and documentation in virtual worlds. In *Automation in Construction* 13 (2): 175–86.< https://doi.org/10.1016/j.autcon.2003.09.010.> (consultato il 23 febbraio 2022).

Kozan, J. (2004). Virtual Heritage reconstruction: the old main church of Curitiba, Brazil. <https://doi.org/10.5840/techne200710312.> (consultato il 3 febbraio 2022).

Landes, T. et al. (2019). Uncertainty visualization approaches for 3D models of castles restituted from archeological knowledge. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 42 (2/W9): 409–16. < https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-409-2019. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Lengyel, D., Toulouse, C. (2015). The consecution of uncertain knowledge, hypotheses and the design of abstraction. In *CHNT 20 - Proceedings of the 20th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies*.

Lengyel, D., Toulouse, C. (2016). Visualisation of Uncertainty in Archaeological Reconstructions. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife, 103–17.*

Lercari, N. (2017). 3D visualization and reflexive archaeology: A virtual reconstruction of Çatalhöyük history houses. In *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 6 (August 2016): 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2017.03.001. > (consultato il 3 febbraio 2022).

López-Menchero B., Manuel, V. Grande, A. (2011). Hacia una Carta Internacional de Arqueología Virtual. El Borrador SEAV. *Virtual Archaeology* Review 2 (4): 71. <https://doi.org/10.4995/var.2011.4558. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Messemer, H. (2016). The Beginnings of Digital Visualization of Historical Architecture in the Academic Field. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife*, 21–54.

Ortiz-Cordero, R. et al. (2018). Proposal for the improvement and modification in the scale of evidence for virtual reconstruction of the cultural heritage: A first approach in the mosque-cathedral and the fluvial landscape of Cordoba. In *Journal of Cultural Heritage* 30: 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.10.006.> (consultato il 3 febbraio 2022).

Pang, A. T., et al. (1996). Approaches to uncertainty visualization. In *Visual Computer* 13 (8): 370–90. <https://doi.org/10.1007/s003710050111. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Perlinska, M. 2014. Palette of possibilities. Lund University. < https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=4467561&fileOId=4467563> (consultato il 3 febbraio 2022).

Potter, K. et al. (2012). From quantification to visualization: A taxonomy of uncertainty visualization approaches. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology* 377 AICT: 226–47. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-32677-6_15. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Principles of Seville. (2011). < http://sevilleprinciples.com/ > (consultato il 3 febbraio 2022).

Quattrini, R., Baleani, E. (2015). Theoretical background and historical analysis for 3D reconstruction model. Villa Thiene at Cicogna. In *Journal of Cultural Heritage* 16 (1): 119–25. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2014.01.009. > (consultato il 3 febbraio 2022).
Reilly, P. (1991). Towards a Virtual Archaeology. In *CAA90. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* 1990, 132–39. <http://caaconference.org/proceedings/paper/21_reilly_caa_1990/. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Resco, P. A. (2014). Escala de evidencia histórica. <https://parpatrimonioytecnologia.wordpress.com/2014/07/21/escala-de-evidencia-historica-scale-of-historical-evidence/ > (consultato il 3 febbraio 2022).

Rocheleau, M. (2011). La modélisation 3D comme méthode de recherche en sciences historiques. In *Actes du 10ème colloque international étudiant du Département d'Histoire*, 245–65.

Rykl, M. (2016). Virtual Reconstructions and Building Archaeology in Bohemia: A Digital Model of the 14th-Century House U zvonu ('Zur Glocke' / 'At the Sign of the Bell') in Prague. In *Virtual Palaces, Part II. Lost Palaces and their Afterlife*, 55–85.

Strothotte, T. et al. (1999). Visualizing knowledge about virtual reconstructions of ancient architecture. In *Proceedings - Computer Graphics International,* CGI 1999, n. February: 36–43. <https://doi.org/10.1109/CGI.1999.777901. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Taylor, B. N., Kuyatt, C. E. (1994). Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results. In NIST Technical Note 1294, 1–20.

The London Charter for the computer-based visualisation of cultural heritage. (2006). <http://www.londoncharter.org/. >(consultato il 3 febbraio 2022).

Unesco. 1972. Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage. <http://whc.unesco.org/en/guidelines. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Unesco. 2003. Charter on the preservation of digital heritage. <http://whc.unesco.org/en/guidelines. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Unesco. 2005. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. <http://whc.unesco.org/en/guidelines. > (consultato il 3 febbraio 2022).

Author
Irene Cazzaro, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, irene.cazzaro2@unibo.it

To cite this chapter: Cazzaro Irene (2022). Dialoghi tra diverse discipline (e lingue): una terminologia condivisa per le ricostruzioni digitali 3D ipotetiche e per la classificazione del loro livello di incertezza/Dialogues between different disciplines (and languages): a shared terminology for hypothetical 3D digital reconstructions and for the classification of their level of uncertainty. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers.* Milano: FrancoAngeli, pp. 351-372.

 Isbn 9788835141938